



With the contribution of
the LIFE programme of the European Union



WORKSHOP

L'AREA A RIDOTTE EMISSIONI DI RUMORE NEL
QUARTIERE LIBERTÀ: L'ESPERIENZA DEL PROGETTO
LIFE MONZA

LIFE MONZA

Methodologies for Noise Low Emission Zones introduction and management

IL MONITORAGGIO CON LA RETE PROTOTIPALE DI SENSORI SMART

MONZA, 11 FEBBRAIO 2020

Francesco Borchì

Dipartimento di Ingegneria Industriale

Università di Firenze

francesco.borchi@unifi.it

Partner:



ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale



**COMUNE DI
MONZA**



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE**



Vie en.ro.se.
Ingegneria

Rumore - Rete monitoraggio a basso costo – Obiettivi

Obiettivi del progetto della rete smart di monitoraggio del rumore

Obiettivi per la definizione dei componenti hardware/software :

- **Utilizzare sensori e tecnologia a basso costo**
- **Acquisire dati in continuo e sul lungo periodo (fasi ante e post operam e oltre la durata del progetto)**
- **Fornire un dato “affidabile”**

Obiettivi per la progettazione della rete:

- **Garantire il monitoraggio del clima acustico all’interno dell’area di studio**

Obiettivi per la realizzazione dell’interfaccia:

- **Eseguire il download dei dati**
- **Eseguire una prima post-elaborazione automatica (identificando eventuali anomalie di misura)**



Rumore - Rete monitoraggio a basso costo – Progetto

Stato dell'arte

DREAMsys

Smart monitoring networks – Ghent University

SENSEable Pisa

LIFE DYNAMAP

Barcellona Noise Monitoring network

Low-cost monitoring systems based on smartphone devices – ARPA Piemonte

...

Smart low cost noise monitoring systems	
main characteristics arising from analyzed projects	
Short /long term noise measurement	long term noise measurement
Embedded pc monitoring system /Units with microcontroller and digital signal processor	Embedded pc monitoring system
Type of microphones	MEMS microphones ¼ - inch condenser low cost microphone
Time basis acquisition	Different values. In most frequent cases =1 sec;
Acoustic dynamic range	70 dB
Acoustic Measure range	Different ranges. 30 (40)-100 (110) dB(A)
Acoustic frequency range	20 Hz-20 kHz
Floor noise value	30-35 dB(A)
Tolerance	$L_{Aeq} \pm 2$ dB(A)
Acoustic indicators	In all cases studies: L_{Aeq} , L_{A10} , L_{A50} , L_{A90} ; In some cases studies: L_{A01} , L_{Ceq} , M_{60} , M_{70} , N_{cn}
Spectral data	1/3 octave
Calibration	Periodic calibration
additional characteristics	
weatherproof	Applied in all case studies
connectivity	Wifi/3G/4G
possibility of audio recording	Applied in some case studies
other properties	Extensible with temperature/humidity sensors, air pollution monitoring sensors, GPS logging etc; battery for energy storage.
Size of PCB assembly	10mm < x < 10 mm
Shape of PCB	Optimized to avoid diffraction effects
pilot area of implementation	
Urban/Suburban	Urban and sub-urban areas
Territorial scales	Different dimensions, from medium to large scale; (most frequent dimension in urban area: $\approx 1,00$ km ²)
Number of stations	Different situations. For areas of medium spatial dimensions, in most cases, from 5 to 20 units

Rumore - Rete monitoraggio a basso costo - Progetto

Parametri da acquisire:

- LAeq,1s – Leq,1s (1/3 ottava)

Trasmissione dati dalle centraline al server:

- ogni ora
- rete di trasmissione dati 3G

Specifiche meccaniche dei sensori:

- microfono compatibile con calibratore da ½ pollice o ¼ di pollice
- presenza di adeguate protezioni da agenti atmosferici

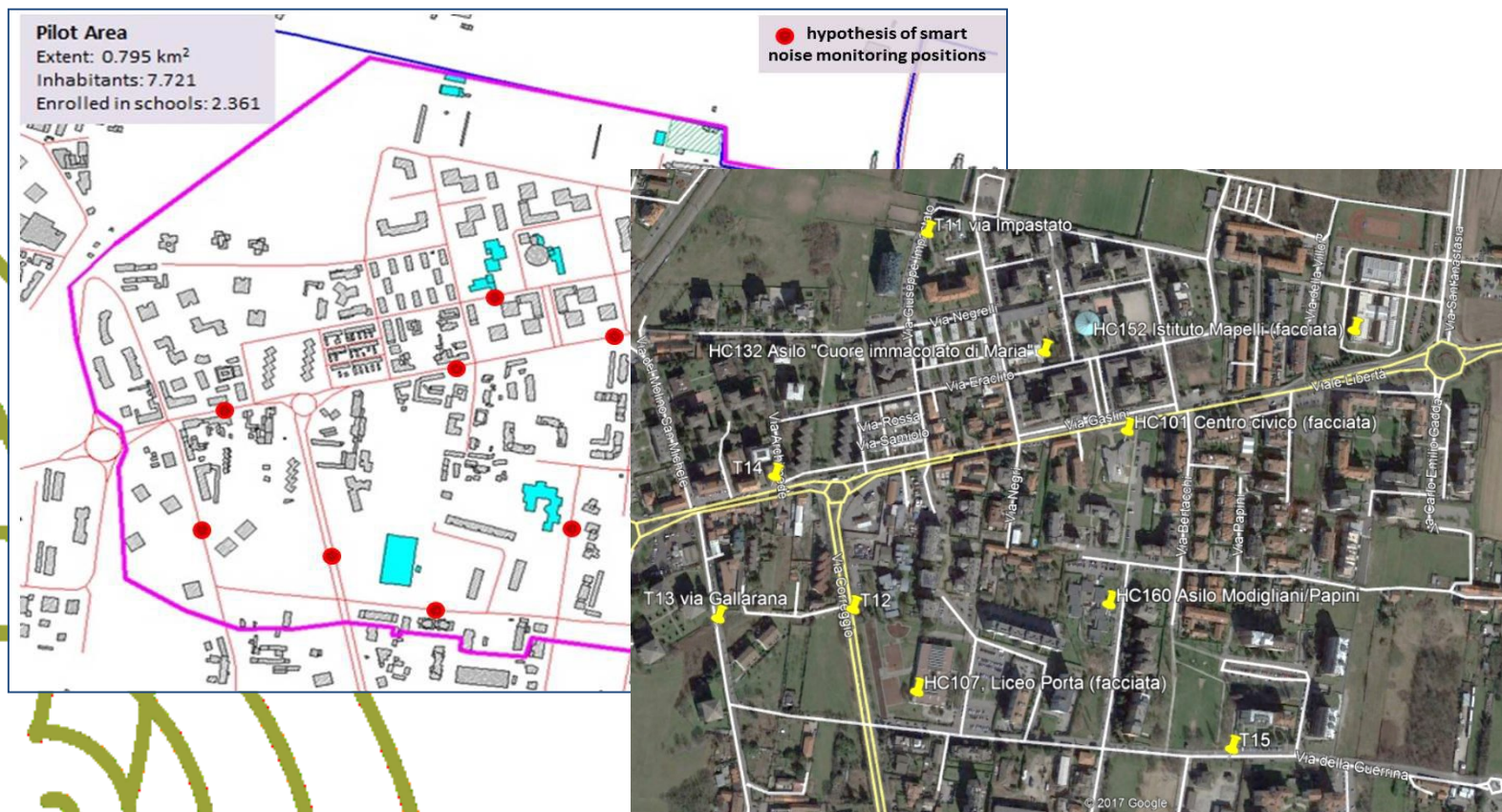
Specifiche elettroacustiche dei sensori:

- floor noise elettrico inferiore a 35 dB(A) e THD inferiore a 1% a 105 dB(A) SPL
- risposta in frequenza ai toni puri a 31.5, 40, 50, ..., 8000 Hz entro le specifiche della classe I ± 1 dB



Rumore - Rete monitoraggio a basso costo – Progetto

La rete è composta da 10 sensori distribuiti nel quartiere Libertà, 3 di questi sull'asse principale di Viale della Libertà e gli altri distribuiti collocati in corrispondenza di ricettori sensibili o comunque in modo tale da avere una copertura omogenea dell'area.



Rumore - Rete monitoraggio a basso costo

In 5 postazioni sono state previste installazioni in facciata con allaccio alla rete elettrica.



Rumore - Rete monitoraggio a basso costo

In 5 postazioni sono state previste installazioni su palo della luce con alimentazione a pannello solare.



Verifica di affidabilità

La problematica principale dei sistemi low-cost è la stabilità nel tempo della risposta.

Soluzione proposta:

- **Controlli preliminari**
- **Controlli periodici in situ**

Rumore - Rete monitoraggio a basso costo – verifiche di affidabilità

Controlli preliminari

Controlli periodici nel corso di 2 mesi effettuati su un primo sistema prototipale installato presso UNIFI (Polo scientifico di Sesto Fiorentino)

Controlli effettuati:

- controllo periodico della risposta a 1 kHz nel corso di 2 mesi di esercizio outdoor. Requisito per superare il collaudo: risposta entro 0.5 dB rispetto al segnale fornito con calibratore in classe I;
- confronto periodico nel corso di 2 mesi di esercizio outdoor con affiancamento catena di misura in classe I per la misura di rumore su intervalli di misura di 1 minuto in un range dinamico compreso tra 45 e 105 dB. Requisito per superare il collaudo: scostamento dei valori sul parametro LAeq < 1,5 dB(A).

Rumore - Rete monitoraggio a basso costo – verifiche di affidabilità

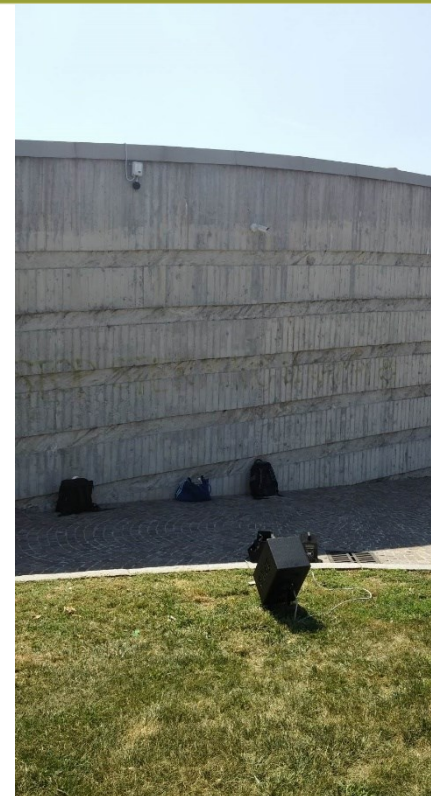
Controlli periodici in situ

Controlli periodici (ogni 4 mesi) effettuati nell'area pilota

Controlli effettuati:

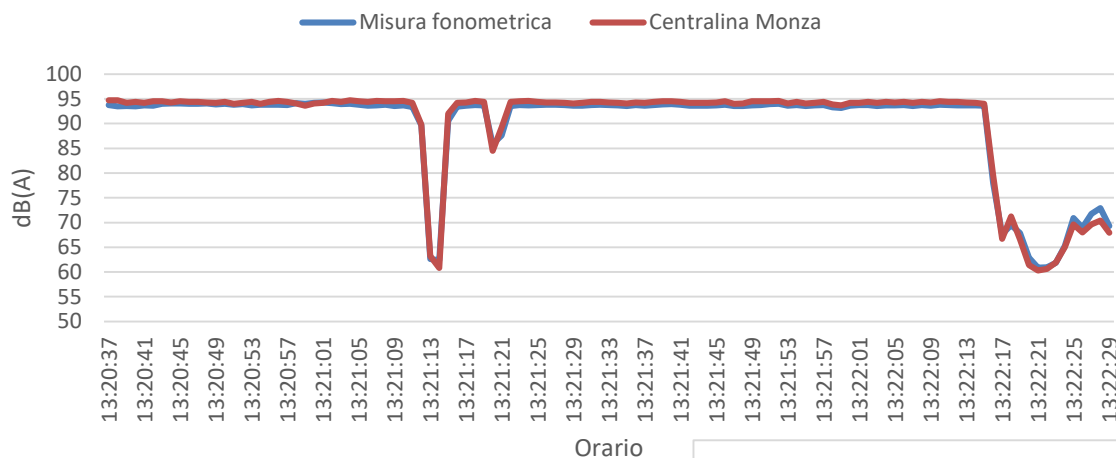
- controllo della risposta a 1 kHz rispetto al segnale fornito con calibratore in classe I;
- confronto con affiancamento catena di misura in classe I per la misura di rumore su intervalli di misura di 1 minuto (controlli eseguiti con rumore da traffico stradale, rumore rosa, ...).

Rete monitoraggio a basso costo vs sistema di misura in classe I



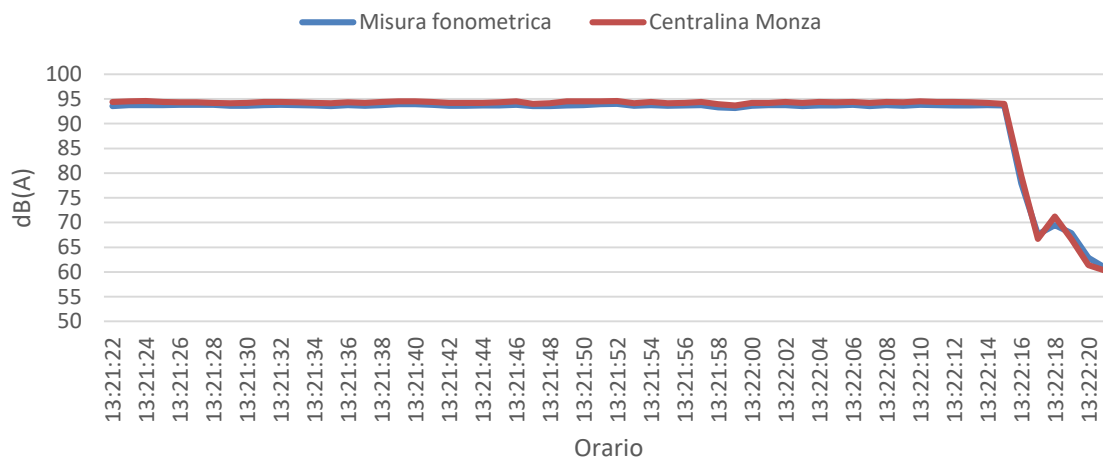
Rete monitoraggio a basso costo vs sistema di misura in classe I

18-07-2017 Misura Pink noise



**Controllo sensore
«Centro civico»**

18-07-2017 Misura Pink noise 1 minuto

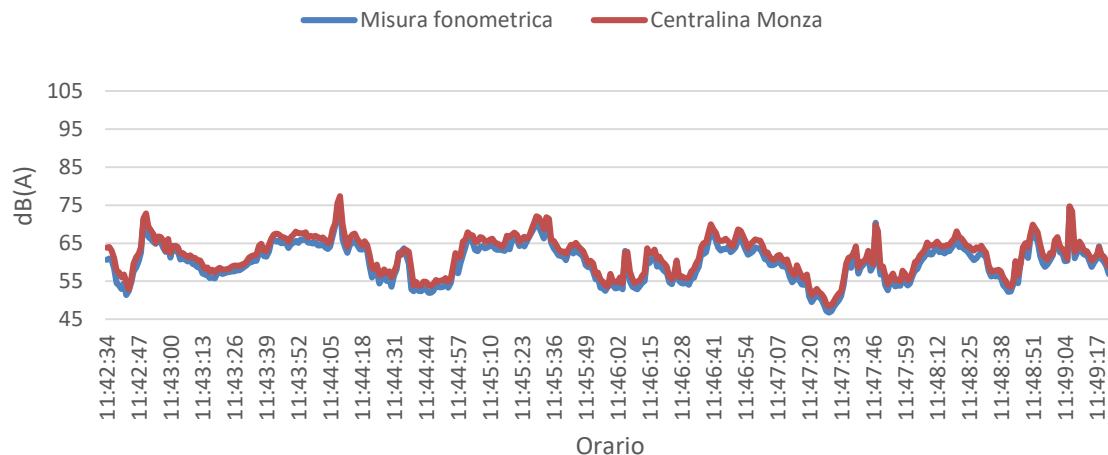


Confronto medie 1 min

	Fonometro	Centralina Monza
Pink noise	96	96
Misura traffico	62,4	64,0
Misura 1 m da facciata	61,2	61,5

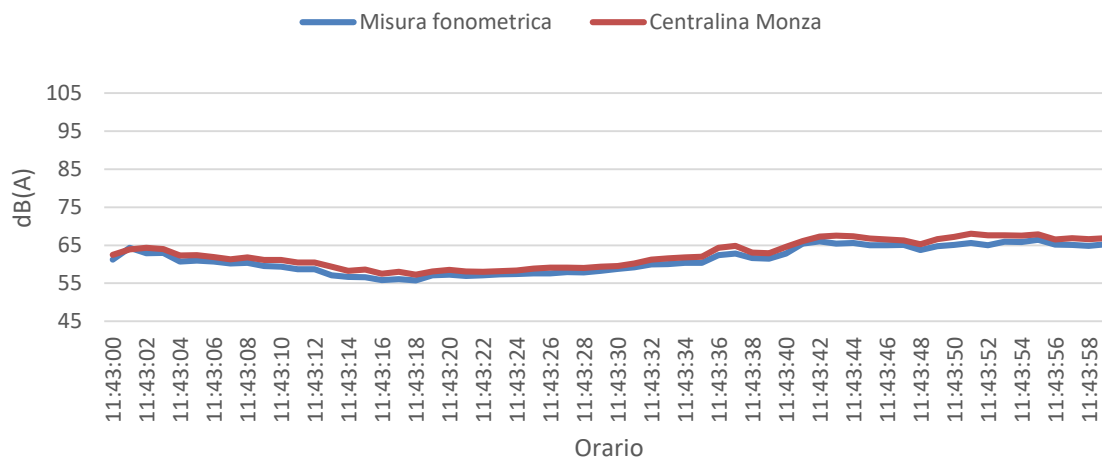
Rete monitoraggio a basso costo vs sistema di misura in classe I

18-07-2017 Misura traffico



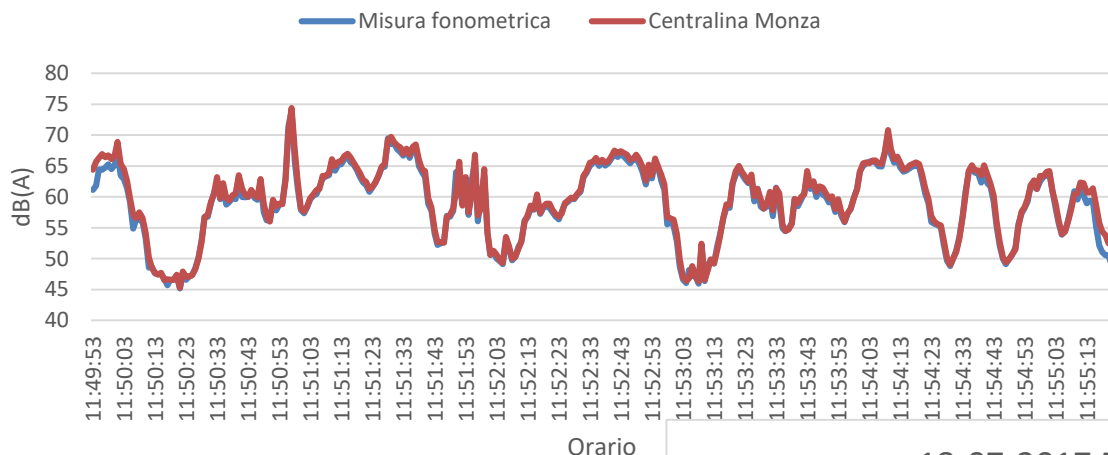
**Controllo sensore
«Centro civico»**

18-07-2017 Misura traffico 1 minuto



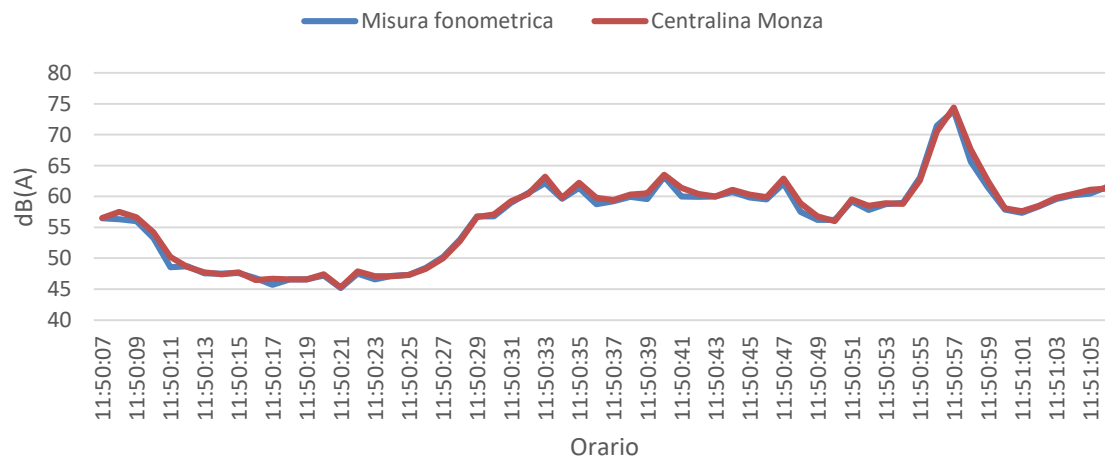
Rete monitoraggio a basso costo vs sistema di misura in classe I

18-07-2017 Misura 1 m da facciata



**Controllo sensore
«Centro civico»**

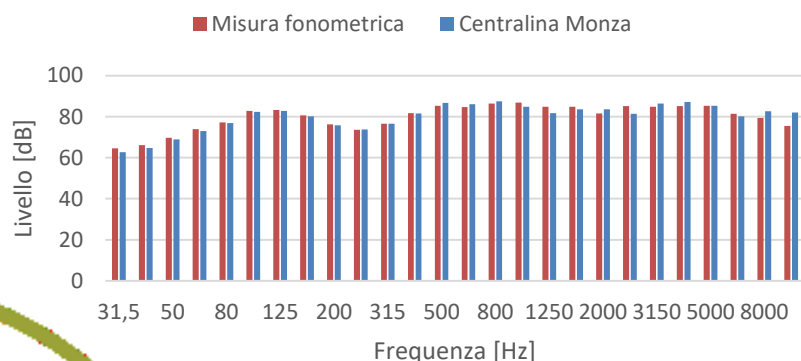
18-07-2017 Misura 1 m da facciata 1 minuto



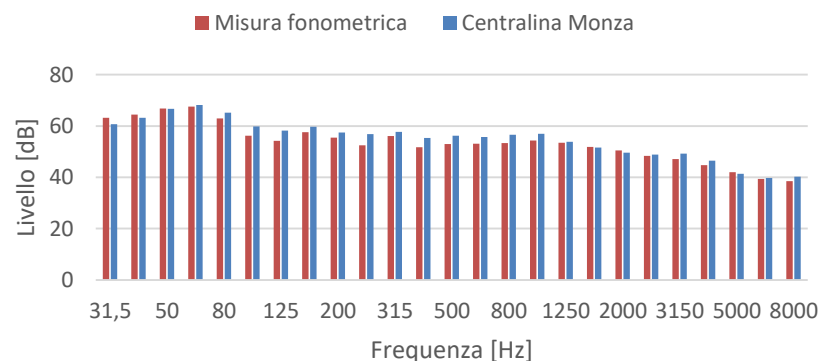
Rete monitoraggio a basso costo vs sistema di misura in classe I

Controllo sensore «Centro civico»

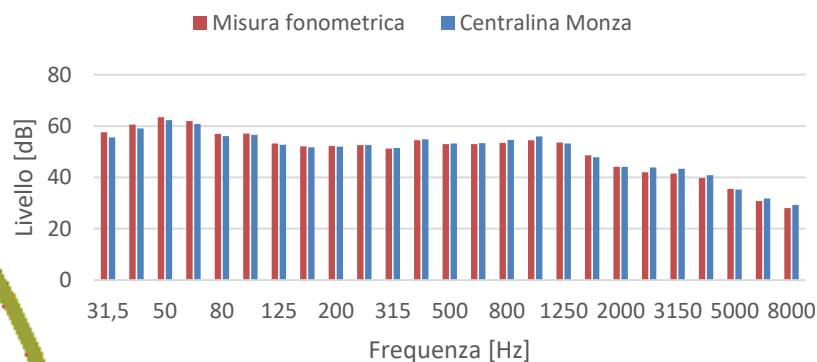
Spettro range 31,5-8000 Hz, 1 minuto -
Rumore rosa



Spettro range 31,5-8000 Hz, 1 minuto -
Misura traffico



Spettro range 31,5-8000 Hz, 1 minuto - 1 m
da facciata

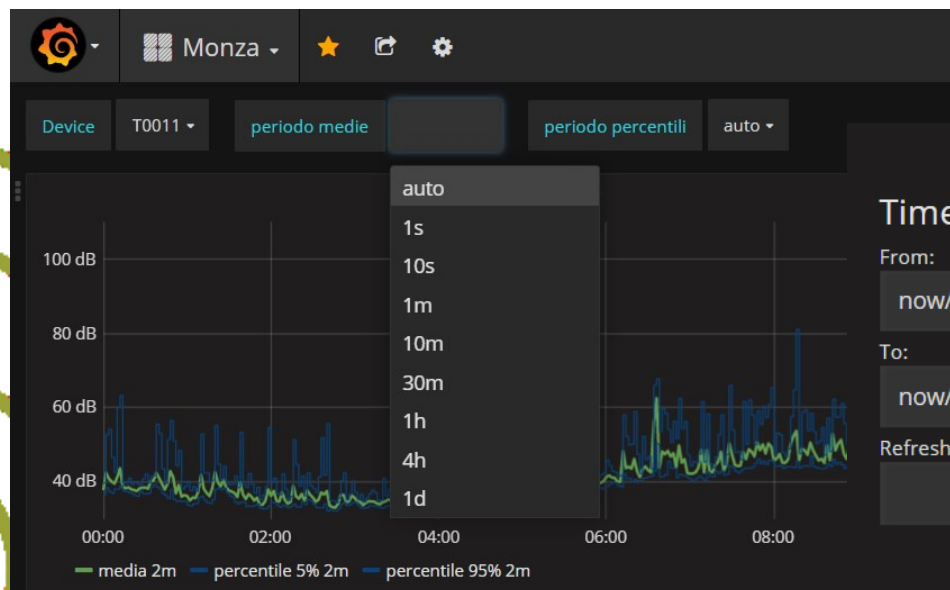


Rumore - Rete monitoraggio a basso costo – Interfaccia

Dati scaricabili:

Leq e spettri relativi a intervalli temporali scelti dall'utente

Periodo medie



Intervalli temporali

Time range

From:

To:

Refreshing every:

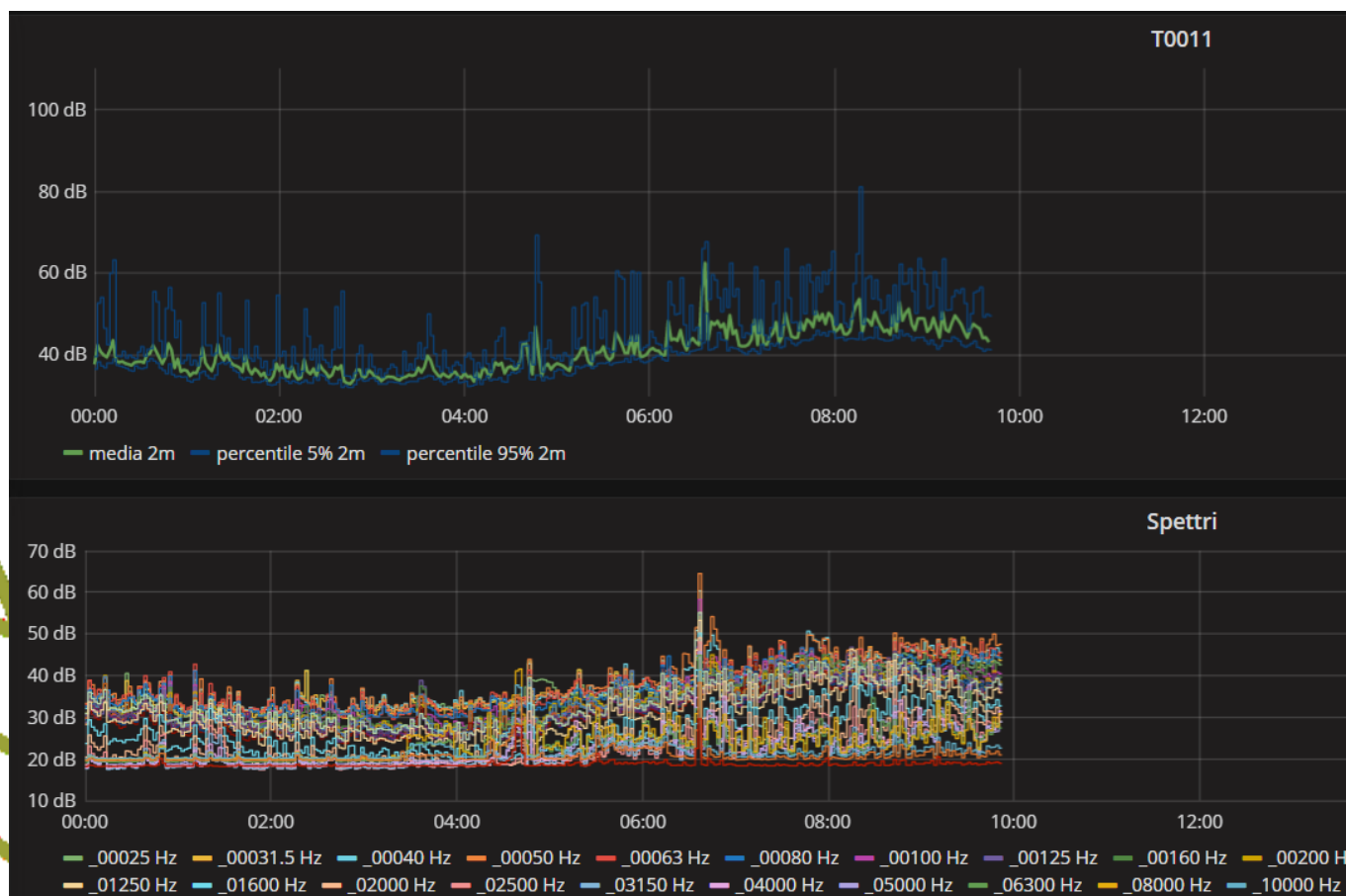
Apply

Quick ranges

Last 2 days	Yesterday
Last 7 days	Day before yesterday
Last 30 days	This day last week
Last 90 days	Previous week
Last 6 months	Previous month
Last 1 year	Previous year
Last 2 years	
Last 5 years	

Rumore - Rete monitoraggio a basso costo – Interfaccia

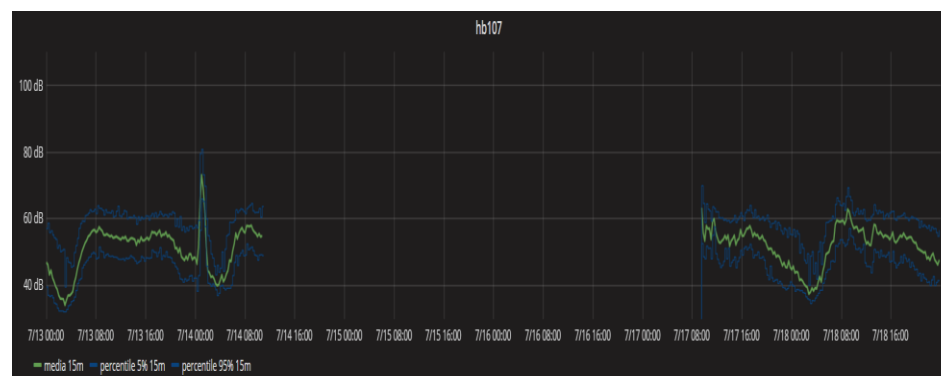
Visualizzazione livelli sonori e spettri in frequenza



Rumore - Rete monitoraggio a basso costo – Interfaccia

Sono previsti **sviluppi futuri** dell'interfaccia per:

- il calcolo periodico di parametri di interesse per analisi e eventuale pubblicazione
- l'esecuzione di una prima post-elaborazione automatica (identificando eventuali anomalie di misura)



Rumore - Rete monitoraggio a basso costo – Interfaccia

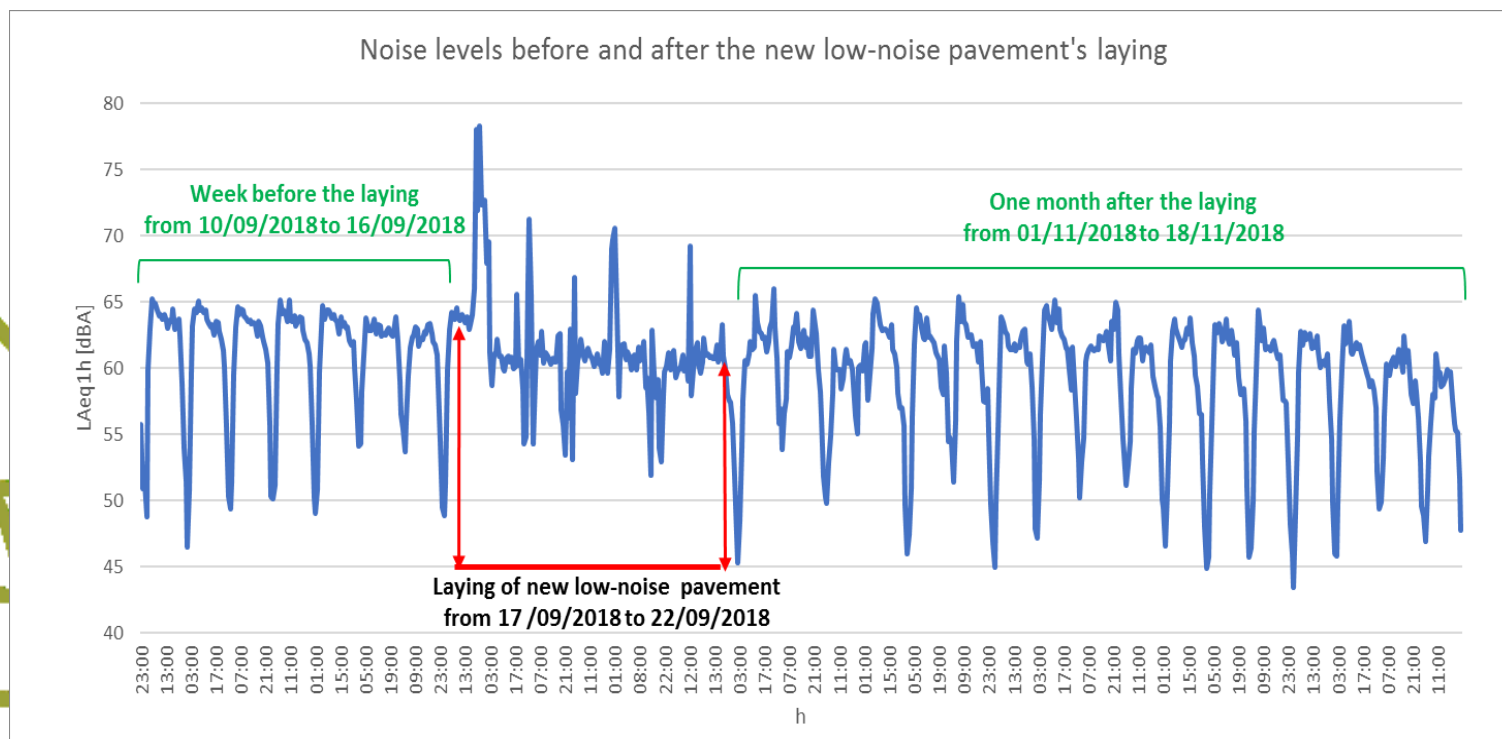
Utilizzo dei dati acquisiti con la rete dei sensori smart

- **Calcolo dei livelli di pressione sonora in termini di LAeq settimanale**, parametro di confronto con i limiti imposti ed utilizzato, insieme ad altri indicatori ambientali, per monitorare la qualità ambientale all'interno dell'area pilota del progetto Life MONZA
- **Analisi efficacia** interventi nell'area pilota sia per analisi di breve periodo che di lungo periodo
- **Calcolo dell'indice "Harmonica"** pubblicato e reso disponibile con aggiornamento in tempo reale (ogni ora) attraverso la "App" sviluppata nell'ambito del progetto Life MONZA

Rumore - Rete monitoraggio a basso costo – Utilizzo dati

Utilizzo dei dati acquisiti con la rete dei sensori smart

- **Analisi efficacia** interventi nell'area pilota sia per analisi di breve periodo che di lungo periodo



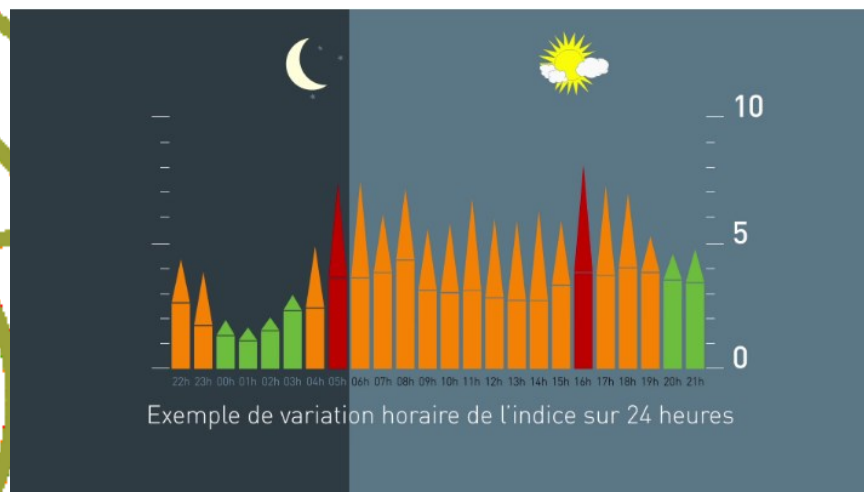
Livelli di rumore registrati dal sensore HC101 (in facciata del Centro Civico) prima, durante e dopo la posa del nuovo manto stradale.

Rumore - Rete monitoraggio a basso costo – Utilizzo dati

Utilizzo dei dati acquisiti con la rete dei sensori smart

- **Calcolo dell'indice "Harmonica"** pubblicato e reso disponibile con aggiornamento in tempo reale (ogni ora) attraverso la "App" sviluppata nell'ambito del progetto Life MONZA

$$HI = 0.2 \cdot (L_{A95_{eq}} - 30) + 0.25 \cdot (L_{A_{eq}} - L_{A95_{eq}})$$



Per ulteriori informazioni
<http://www.noiseineu.eu/>

È importante sottolineare che i
**valori assunti dall'indice non
sono associabili ai limiti**

Conclusioni e Sviluppi futuri

- Nell'ambito del progetto LIFE MONZA è stata progettata, sviluppata e testata una **rete di monitoraggio a basso costo**. In base ai risultati delle verifiche periodiche, a 30 mesi dall'installazione, la rete dei sensori a basso costo si è dimostrata **robusta ed efficace con prestazioni paragonabili a quelle delle catene di misura in classe II**.
- Riguardo all'utilizzo dei dati dei sensori a basso costo, questi risultano di interesse sia per il calcolo dei livelli di pressione sonora in termini di **LAeq settimanali** sia per la determinazione dell'indice di qualità acustica denominato **"Harmonica", calcolato e reso disponibile attraverso la "App"** sviluppata nell'ambito del progetto Life MONZA.
- **La rete di sensori a basso costo è stata sviluppata per il monitoraggio in continuo negli scenari ex ante ed ex post**, ma, al termine del progetto, il prototipo sarà consegnato gratuitamente alla città di Monza che lo utilizzerà per le attività di monitoraggio almeno nei tre anni successivi alla fine del progetto LIFE MONZA.

Attività di monitoraggio del rumore e della qualità dell'aria



Grazie per l'attenzione



With the contribution of
the LIFE programme of the European Union



WORKSHOP

L'AREA A RIDOTTE EMISSIONI DI RUMORE NEL
QUARTIERE LIBERTÀ: L'ESPERIENZA DEL PROGETTO
LIFE MONZA

LIFE MONZA

Methodologies for Noise Low Emission Zones introduction and management

IL MONITORAGGIO CON LA RETE PROTOTIPALE DI SENSORI SMART

MONZA, 11 FEBBRAIO 2020

Francesco Borchì

Dipartimento di Ingegneria Industriale

Università di Firenze

francesco.borchi@unifi.it

Partner:



ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale



**COMUNE DI
MONZA**



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE**



Vie en.ro.se.
Ingegneria